	<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)</p>
---	--

ФАКУЛЬТЕТ «ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»

КАФЕДРА «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

## ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №6 ПО ДИСЦИПЛИНЕ:

### ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

### “ИССЛЕДОВАНИЕ КЛЮЧЕВОЙ СХЕМЫ НА БИПОЛЯРНОМ ТРАНЗИСТОРЕ”

Студент: **Зернов Георгий Павлович**

Группа: **ИУ7-34Б**

Вариант: **86**

Название предприятия: **НУК ИУ МГТУ им. Н. Э. Баумана**

Студент \_\_\_\_\_ **Зернов Г.П.**

Преподаватель \_\_\_\_\_ **Оглоблин Д.И.**

## **Оглавление**

<b>ЦЕЛЬ ПРАКТИКУМА .....</b>	<b>3</b>
<b>ХОД РАБОТЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>Исследуемый транзистор .....</b>	<b>4</b>
<b>Эксперимент 4.....</b>	<b>4</b>
<b>Эксперимент 5.....</b>	<b>8</b>
<b>Эксперимент 6.....</b>	<b>10</b>
<b>Ответы на контрольные вопросы.....</b>	<b>14</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>16</b>

## **ЦЕЛЬ ПРАКТИКУМА**

Получить навыки в использовании базовых возможностей программы Microcap и знания при исследовании и настройке усилительных, ключевых и логических устройств на биполярных и полевых транзисторах.

## ХОД РАБОТЫ

### Исследуемый транзистор

В работе проводится исследование транзистора KT503v.

Характеристики транзистора из библиотеки:

```
Вариант 86
.model KT503v NPN(Is=10.07f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=60 Bf=250 Ise=100.2f
+ Ne=1.452 Ikf=.6117 Nk=.4667 Xtb=1.5 Br=1.7 Isc=47.49f Nc=1.715
+ Ikr=.7018 Rb=6 Rc=1.208 Cjc=23.66p Mjc=.33 Vjc=.75 Fc=.5
+ Cje=30.84p Mje=.33 Vje=.75 Tr=390.4n Tf=10.09n Itf=1 Xtf=2 Vtf=40)
1
```

### Эксперимент 4

Рассчитаем схему электронного ключа для степени насыщения  $s=1$ .

$$B := 200$$

$$U_k := 0.5$$

$$R_k := 300$$

$$E_k := 5$$

$$s := 1$$

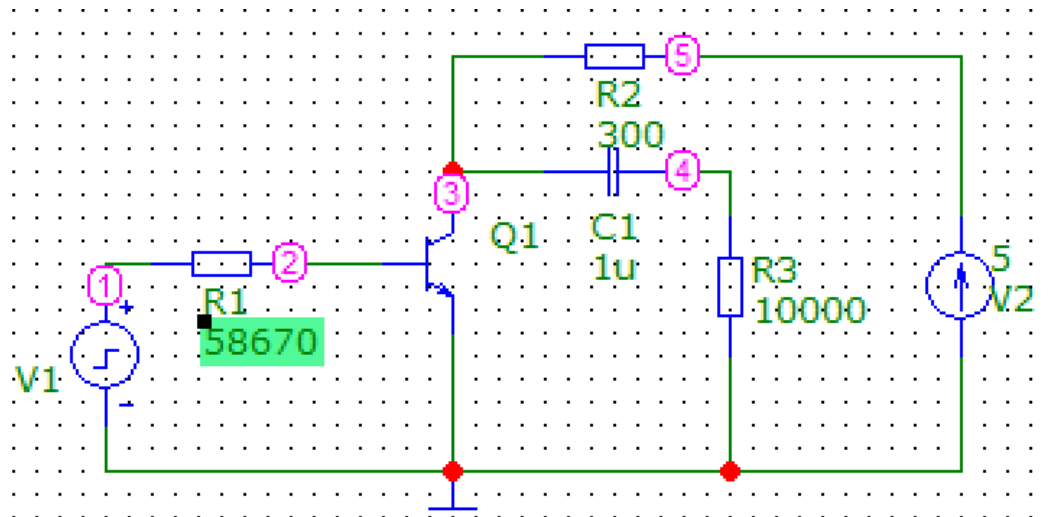
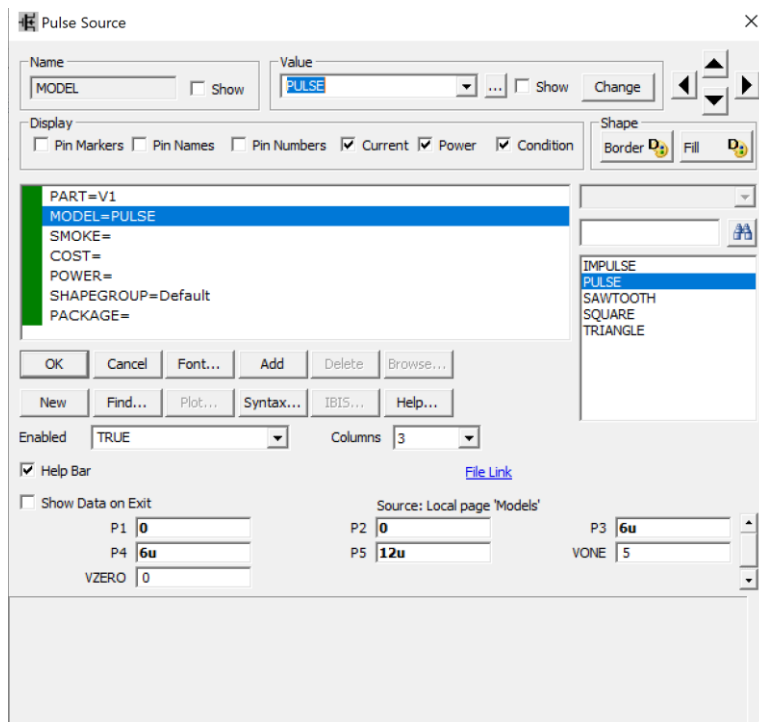
$$U_{b\_s} := 0.6$$

$$I_{k\_s} := \frac{(E_k - U_k)}{R_k} \quad I_{k\_s} = 0.015$$

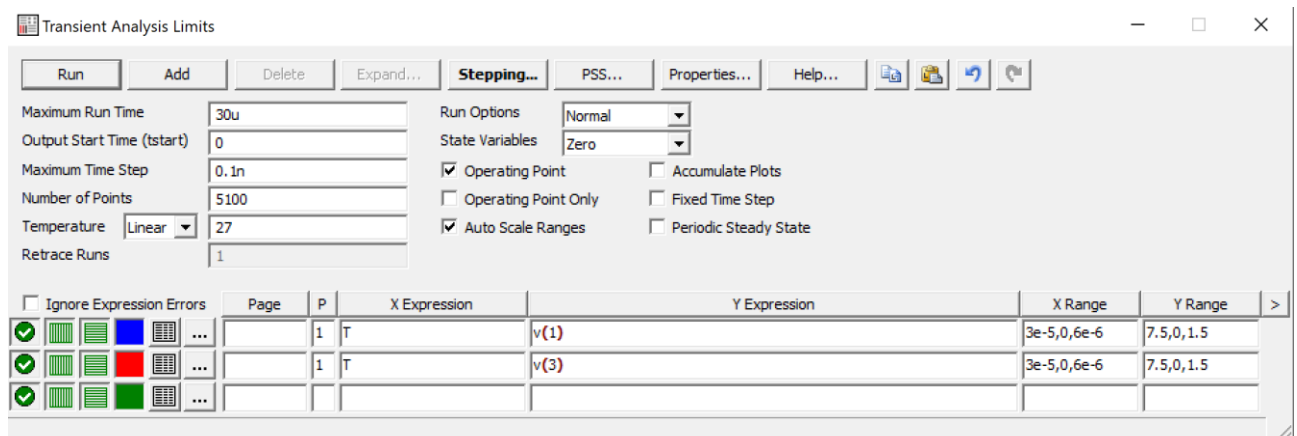
$$I_{b\_s} := \frac{I_{k\_s}}{B} \quad I_{b\_s} = 7.5 \times 10^{-5}$$

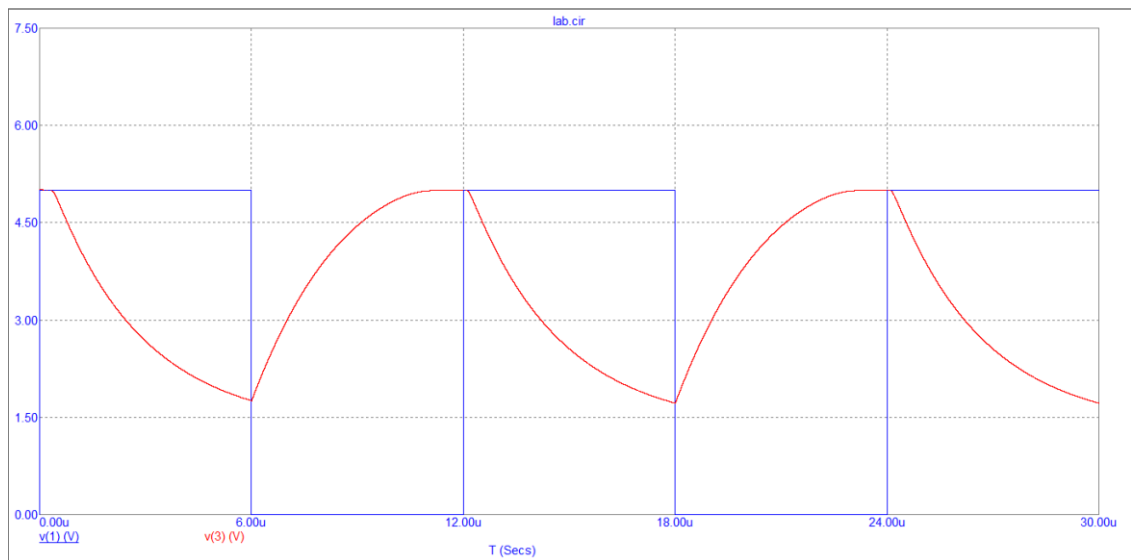
$$R_b := \frac{(E_k - U_{b\_s})}{s \cdot I_{b\_s}} \quad R_b = 5.867 \times 10^4$$

Соберём рассчитанную схему:

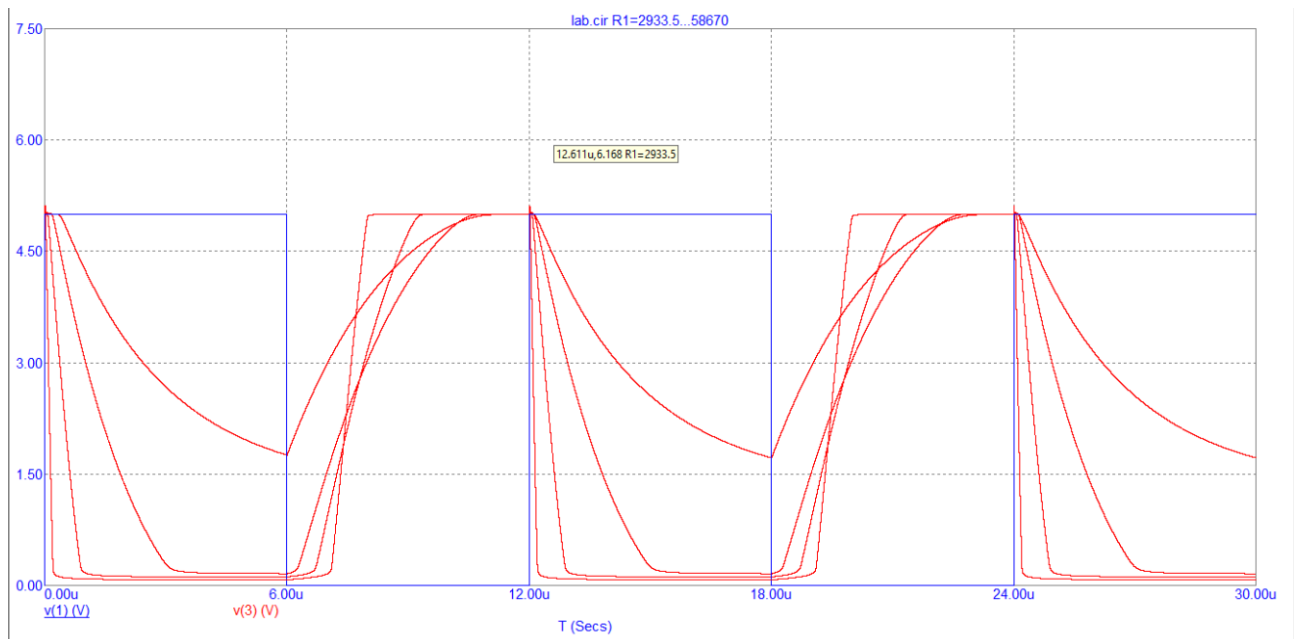
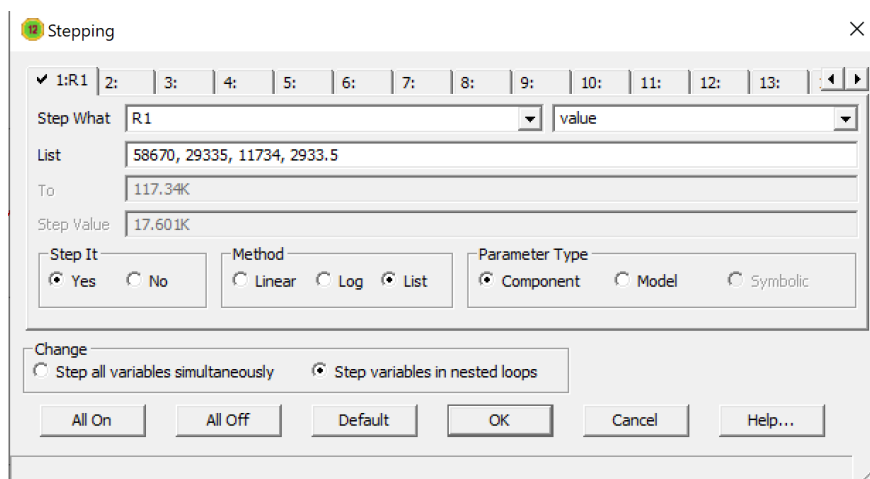


С помощью режима Transient Analyses получим графики входного и выходного импульса:

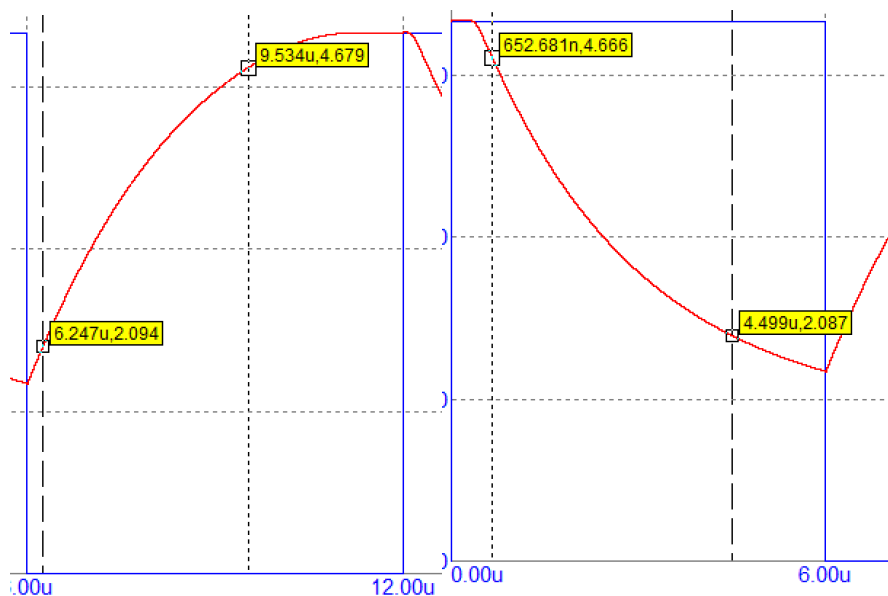




Аналогично с помощью режима stepping получим графики для степеней насыщения 1, 2, 5, 20:



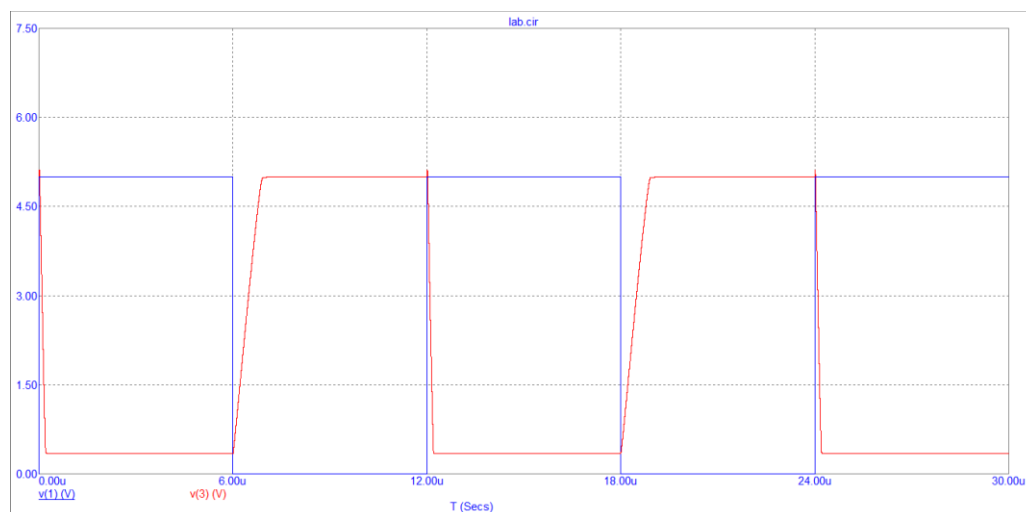
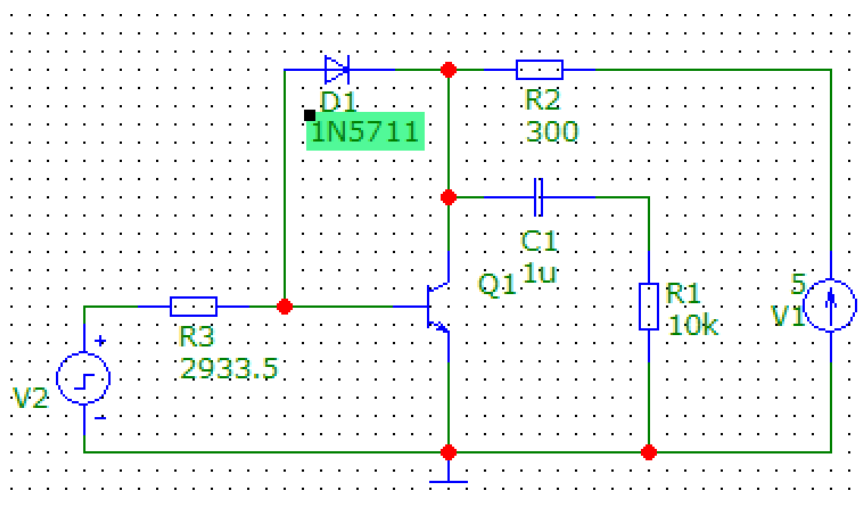
Длительности переднего и заднего фронтов:

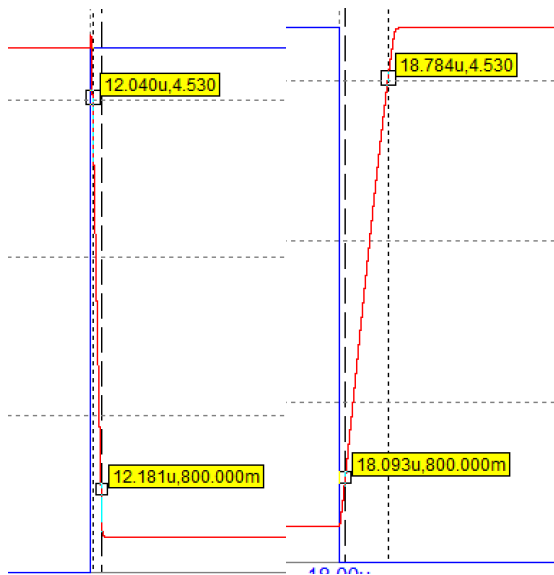


Передний фронт: 3290 (нс)

Задний фронт: 3850 (нс)

Добавим в схему для  $s=20$  диод Шоттки:

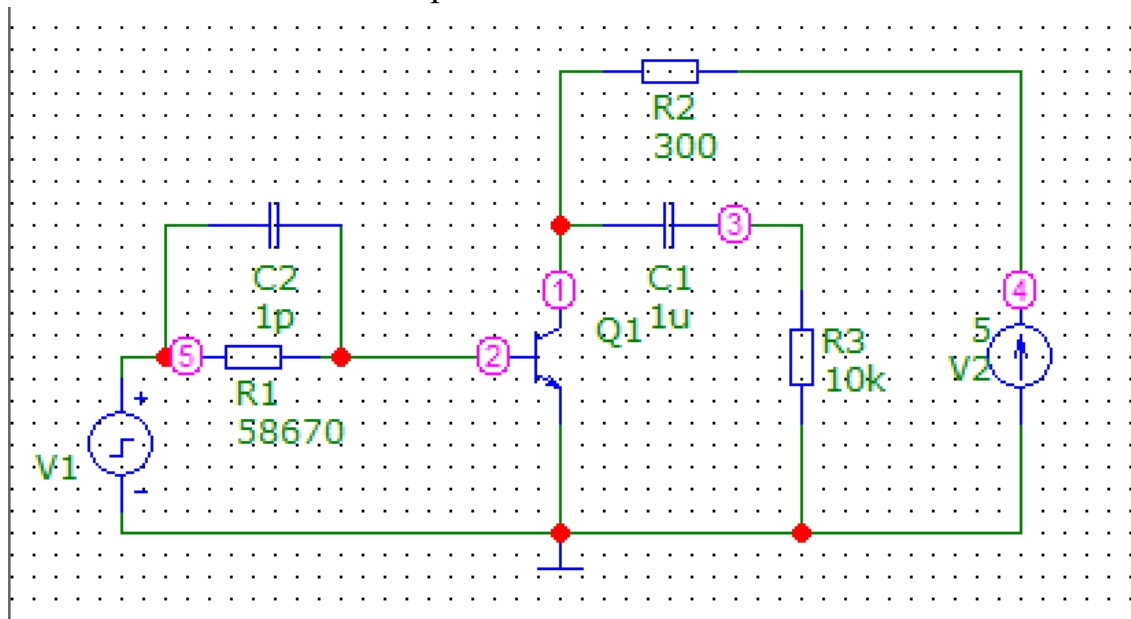




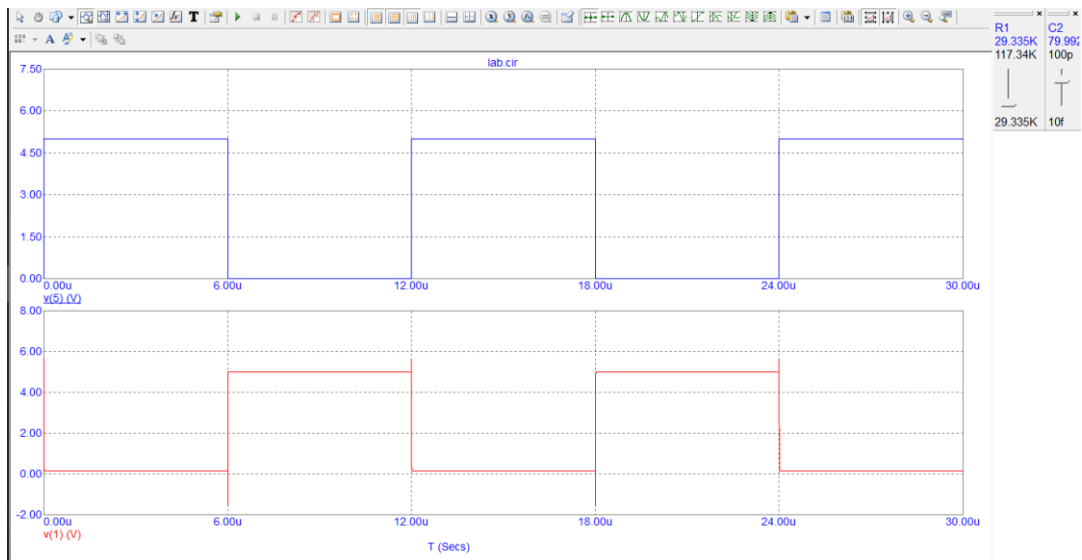
Заметим, что время рассасывания уменьшилось.

## Эксперимент 5

Построим схему из эксперимента 4 и дополним ее конденсатором. При помощи слайдера подберем такие величины для C2 и R1, чтобы фронты оказались максимально короткими:

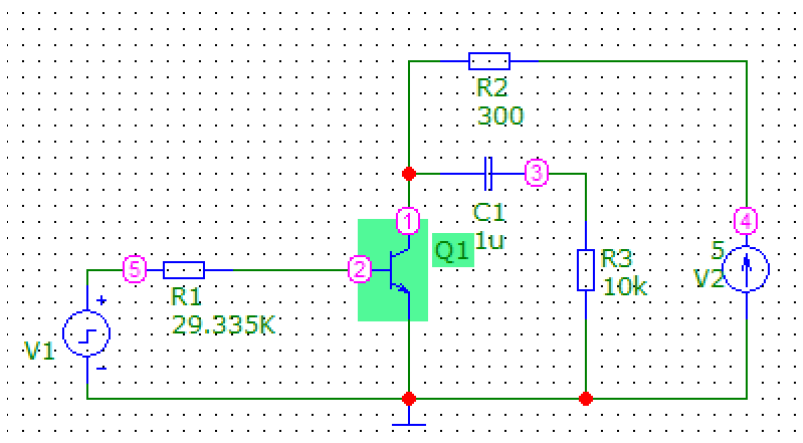




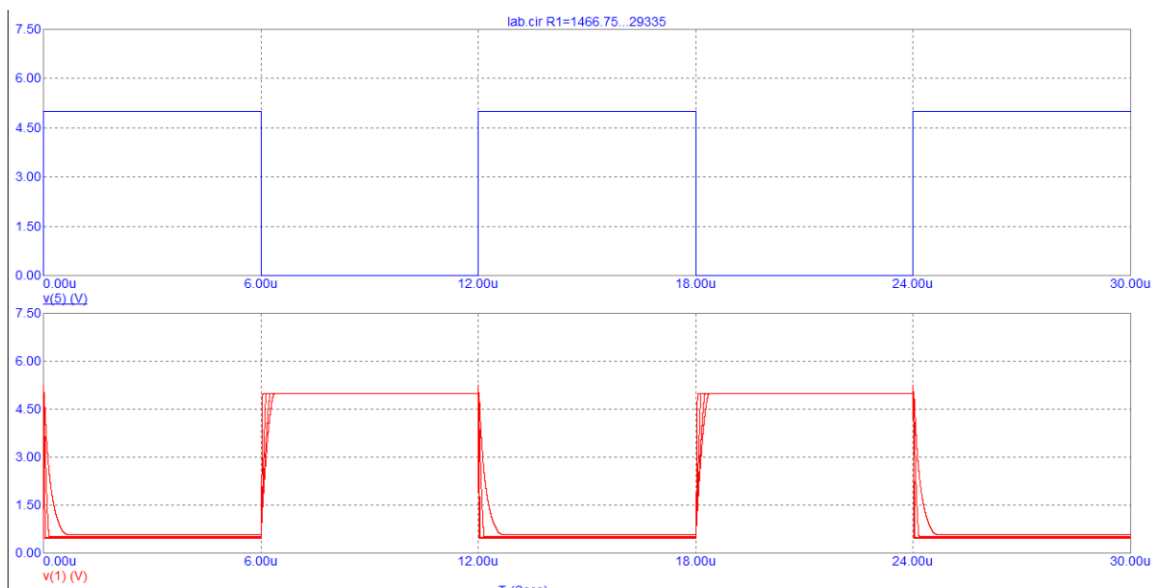


Подобранные значения:  $R1 = 29335\Omega$ ,  $C2 = 80\text{пФ}$ .

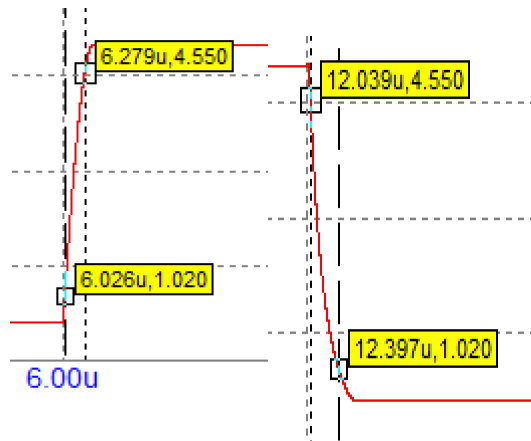
Уберем из схемы конденсатор и заменим транзистор на 2N915:



Получим графики импульсов для разных  $s$ :



Найдём длительность фронтов



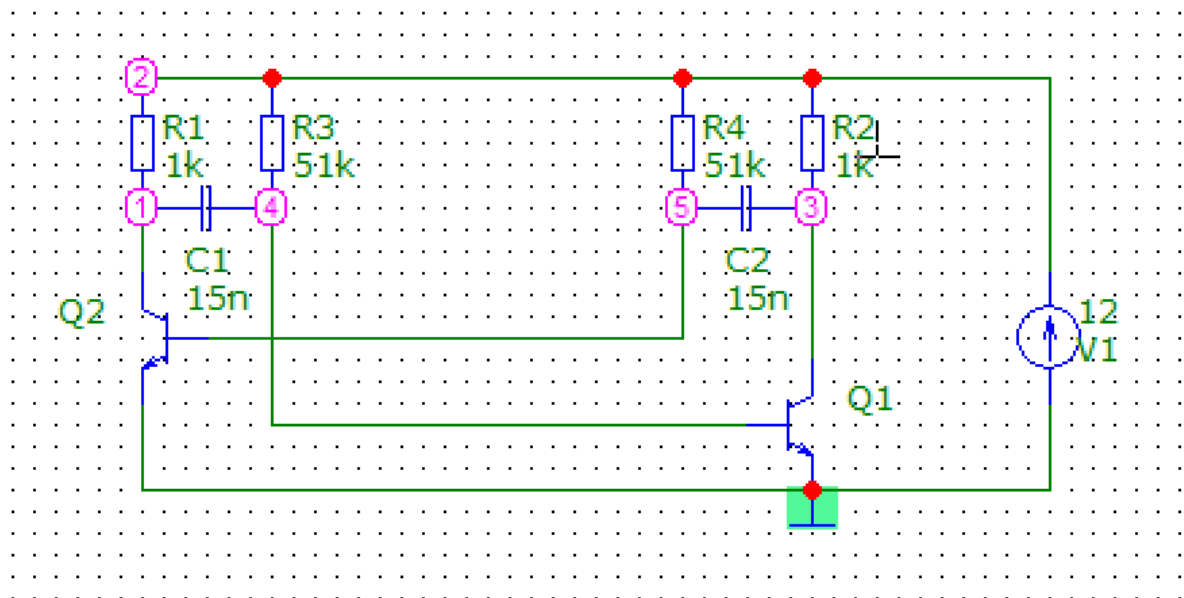
Передний фронт: 250 (нс)

Задний фронт: 360 (нс)

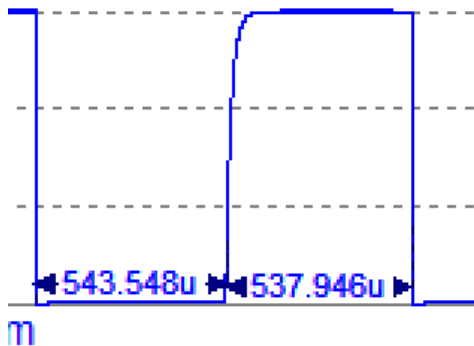
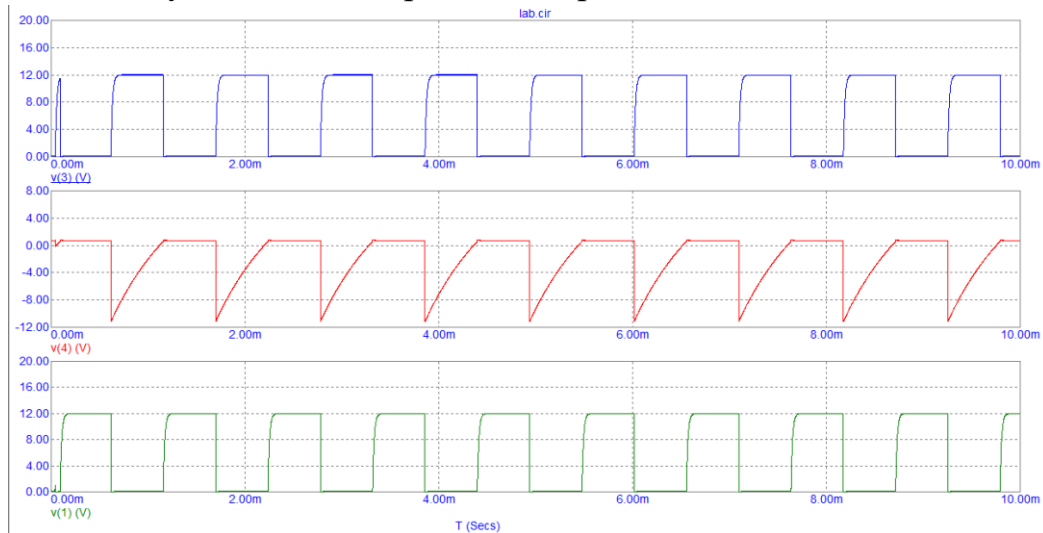
Заметим, что характеристики инвертирования значительно варьируются от транзистора к транзистору

## Эксперимент 6

Построим типовую схему мультивибратора с транзистором KT503v:



Получим осциллограммы напряжений:



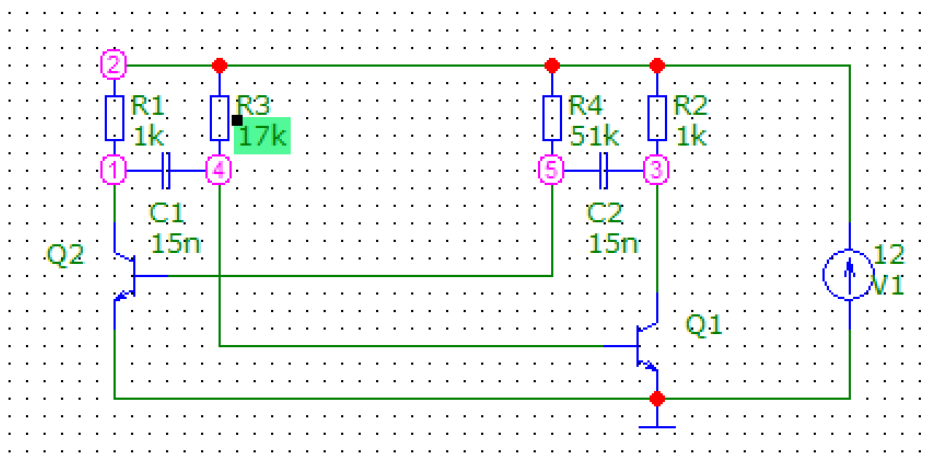
Время в открытом состоянии: 544 (мкс)

Время в закрытом состоянии: 538 (мкс)

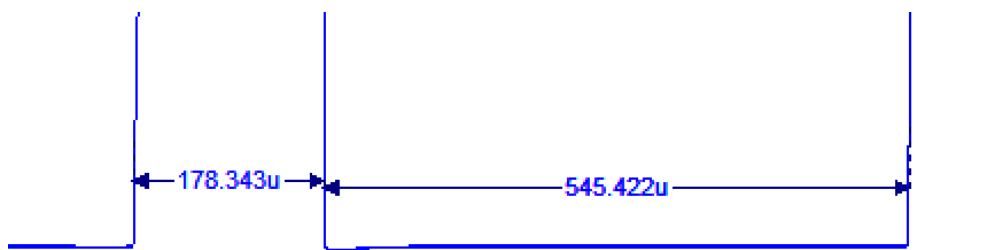
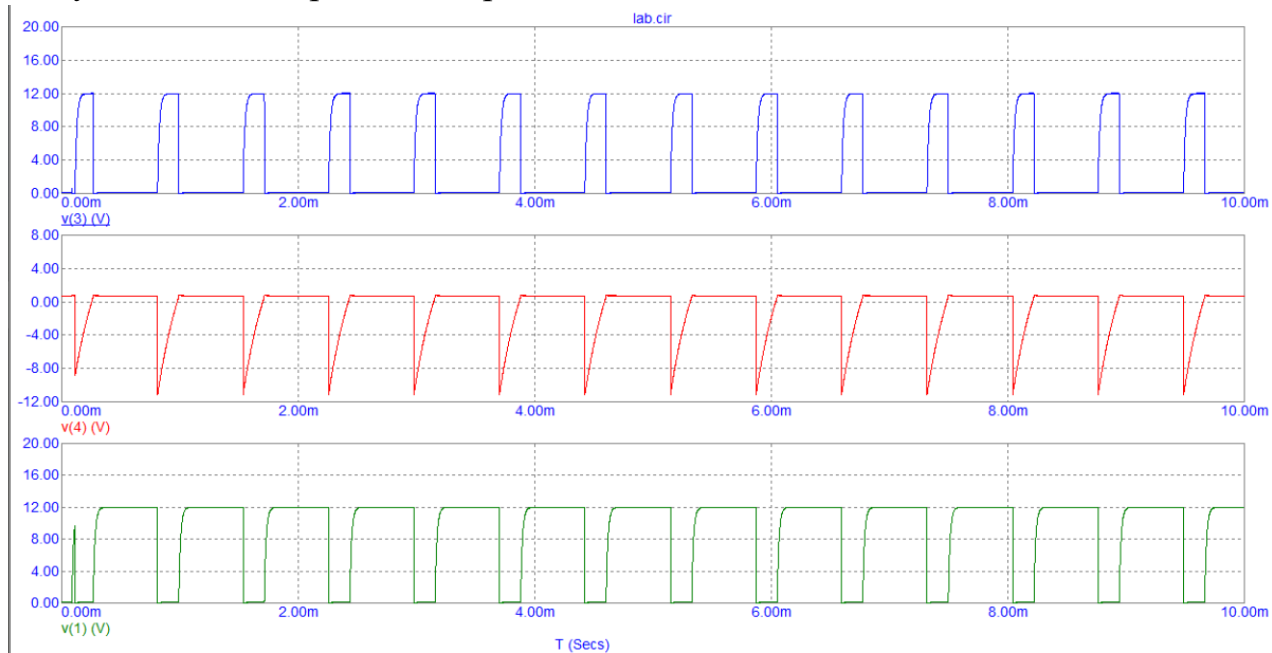
Напряжение в закрытом состоянии: 120 (мВ)

Напряжение в открытом состоянии: 12 (В)

Чтобы уменьшить длительности импульсов, уменьшим  $R3$ , в 3 раза:

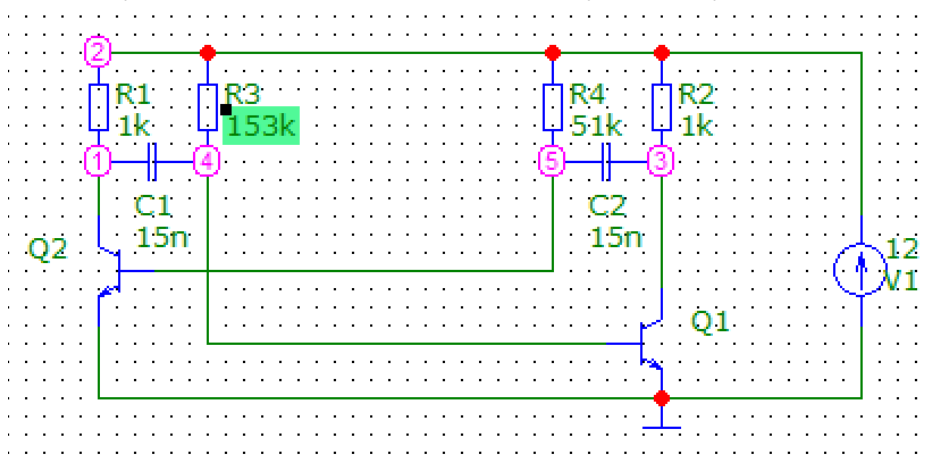


Получим осциллограммы напряжений:

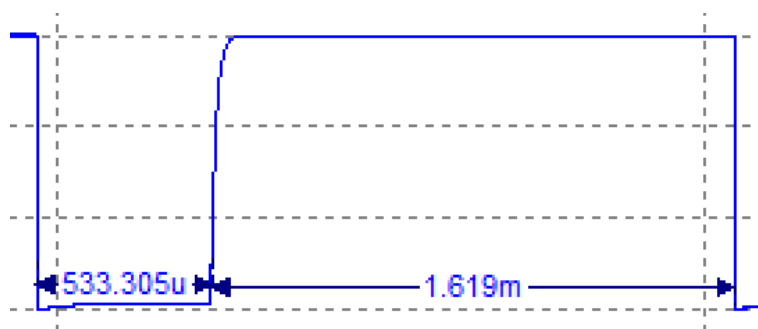
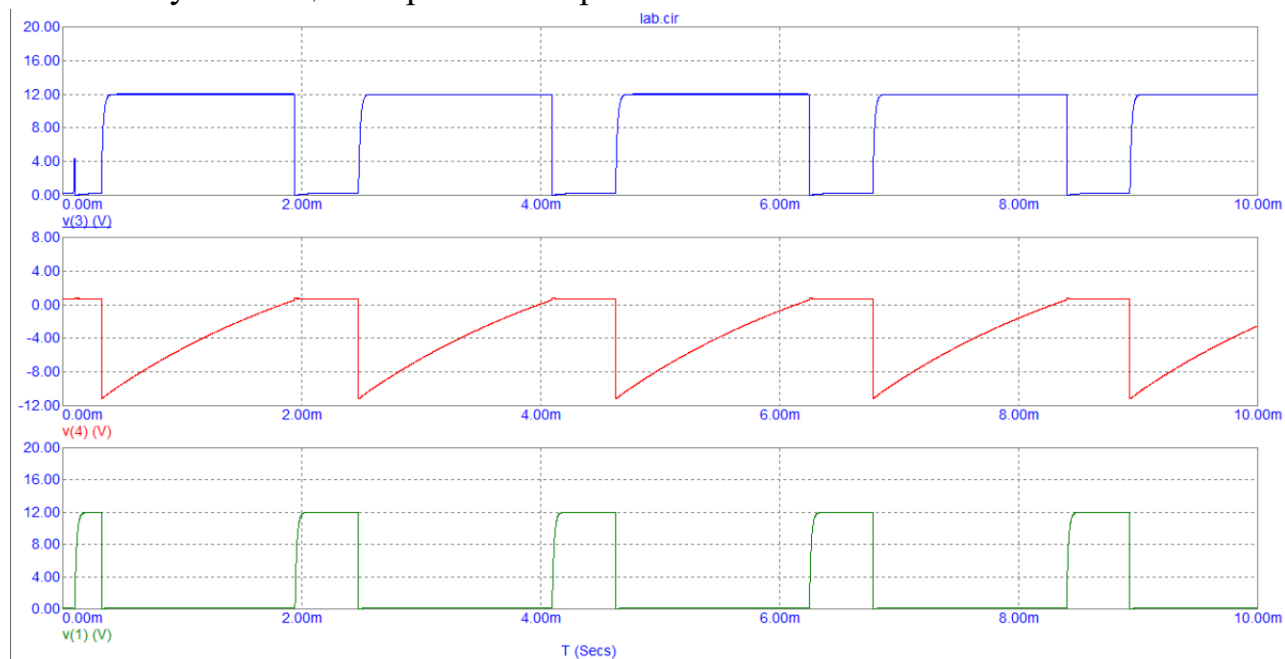


Длительность уменьшилась.

Чтобы увеличить длительности импульсов, увеличим R3, в 3 раза:

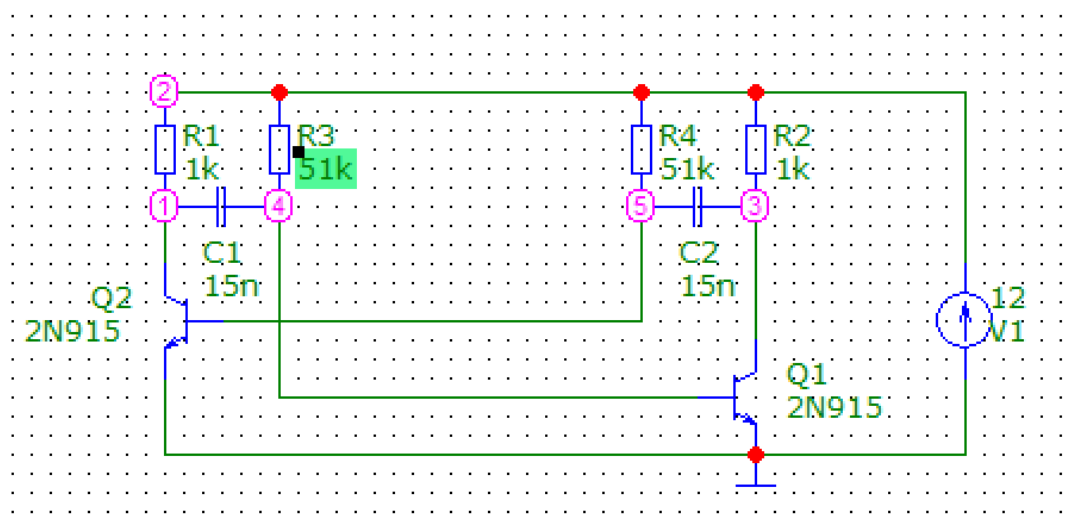


Получим осциллограммы напряжений:

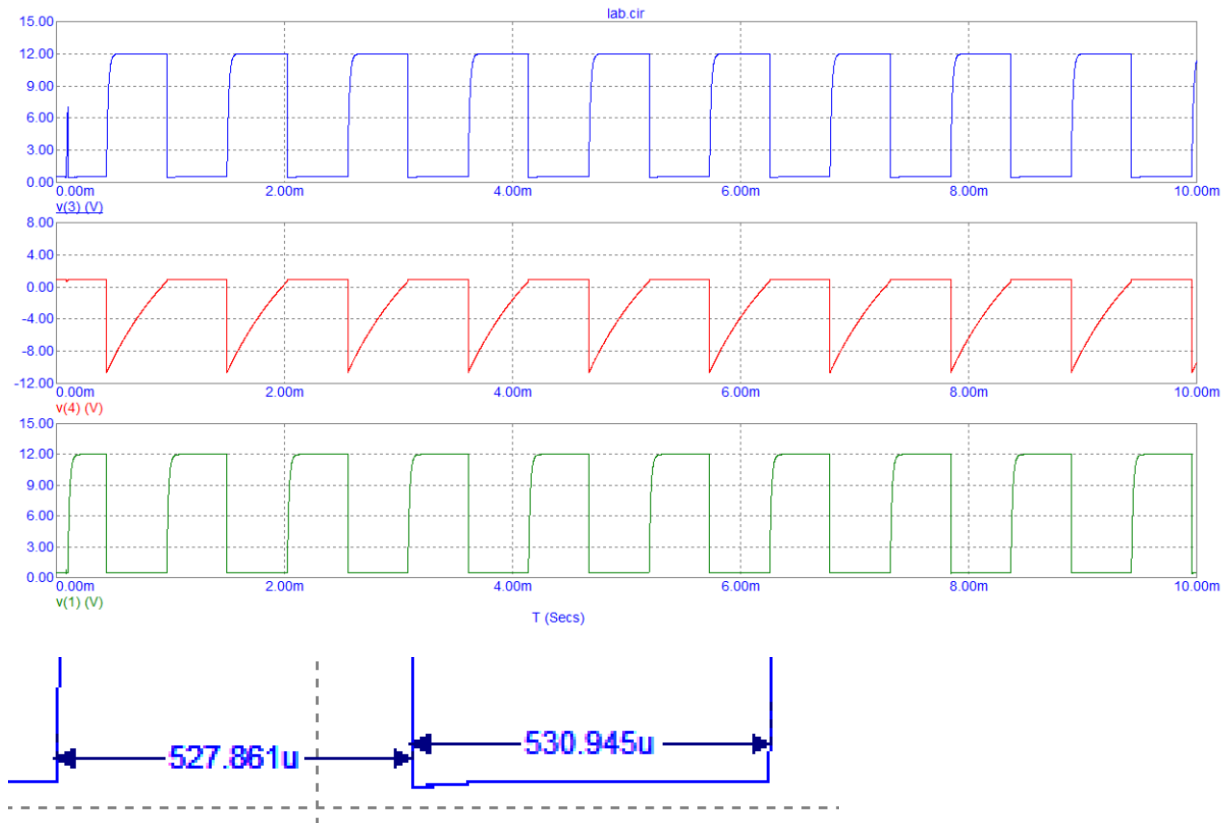


Длительность увеличилась.

Докажем, что транзистор оказывает влияние на период колебаний.  
Заменим транзисторы на 2N915:



Получим осциллограммы напряжений:



Заметим, что период колебаний изменился из чего следует, что транзистор оказывает влияние на период колебаний.

### Ответы на контрольные вопросы.

1. Какие элементы имеют основное влияние на частоту мультивибратора?

Элементы, влияющие на частоту мультивибратора, — это конденсаторы C1 и C2, а также резисторы R3 и R4. Увеличение их значений снижает частоту колебаний, так как увеличиваются временные постоянные зарядки и разрядки.

2. Как влияет замена транзистора на параметры колебания?

Замена транзистора влияет на параметры колебаний через его коэффициент усиления, напряжение насыщения и скорости переключения. Это может изменить форму сигнала, уровни напряжений и частоту, особенно на высоких частотах.

3. Чем отличается работа математической модели мультивибратора от реального устройства?

В математической модели мультивибратора баланс в плечах часто нужно нарушать искусственно, например, задавая начальные условия, чтобы инициировать колебания. Реальные устройства начинают колебаться сами из-за

несовершенств компонентов, паразитных эффектов, температурных изменений и других нелинейностей.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Были выполнены все задачи, описанные выше, таким образом были получены и проанализированы характеристики транзистора.